

Riku Saarinen

OHJEISTUS TIETOMALLINTAMISEEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

OHJEISTUS TIETOMALLINTAMISEEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

Riku Saarinen
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Sähköinen talotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikka, Sähköinen talotekniikka

Tekijä(t): Riku Saarinen

Opinnäytetyön nimi: Ohjeistus tietomallintamiseen sähkösuunnittelussa

Työn ohjaaja(t): Esa Pakonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016

Sivumäärä: 33

Tietomallintaminen on kokonaisuus, jossa yhdistyvät mallipohjainen, tietokantaan perustuva suunnittelu sekä rakennusprosessin hallinta. Tätä kolmiulotteista mallia hyödynnetään piirustusten tuottamisessa, määrälisäyksissä sekä lukuisissa muissa tarkasteluissa. Tietomalli on ennen rakentamista luotava prototyyppi, jonka avulla pyritään varmistamaan toimiva lopputulos.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tilaajan sähkösuunnittelijoille helppo ohjeistus tietomallintamista varten. Työn tilaajana toimii Rejlers Oy Tampereen toimisto.

Ohjeistus suunnataan sähkösuunnittelijoille, joilla on valmiiksi kokemusta sähköjärjestelmien suunnittelusta. Työssä apuna käytetään Senaatti-kiinteistöjen julkaisua Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osia 1–14. Työssä käydään läpi sähköjärjestelmien tietomallintamisen vaiheita havainnollistavin kuvin ja selityksin. Suunnittelussa ja mallinnuksessa käytetään MagiCAD-ohjelmistoa. Tietomallia tarkastellaan Tekla BIMsight -ohjelmistolla.

Opinnäytetyö pidetään tiiviinä, helppolukuisena ja erittäin havainnollistavana, koska ohjetta olisi muuten liian vaikea käyttää. Työtä voidaan hyödyntää tietomallintamisessa osana sähkösuunnittelua.

Asiasanat: Tietomallintaminen, sähkösuunnittelu, BIM

ALKULAUSE

Haluan kiittää talotekniikan osastopäällikköä Ilkka Sippolaa mahdollisuudesta tuottaa opinnäytetyö Rejlers Oy:lle. Haluan kiittää myös toimiston muita sähkösuunnittelijoita, joilta sain ideoita työhöni.

Tampereella 13.03.2016

Riku Saarinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 TIETOMALLINNUS	7
2.1 Haasteet tietomallintamisessa	7
2.2 IFC-tiedosto	8
2.3 Tietomallintamisen hyödyt rakentamisessa	8
2.4 Tietomallintamisen hyödyt rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana	9
3 TIETOMALLINTAMINEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA	11
3.1 Kerrosasetukset	11
3.2 Sähkönjakelu ja keskusten mallinnus	12
3.3 Asennuskalusteet	12
3.4 Valaisimet ja turvajärjestelmät	16
3.5 Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot	18
3.6 Rakennusurakan muut hankinnat	19
3.7 Törmäystarkastelu	19
3.8 IFC-tiedoston luonti	22
3.9 Eri suunnittelijoiden tietomallien yhdistäminen ja tarkastelu Tekla BIMsight -ohjelmistolla	26
3.10 Mahdollisia ongelmatilanteita	31
4 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Kesäharjoittelun aikana kävi ilmi, ettei tilaajan Tampereen toimiston sähkösuunnittelijoilla ollut vielä olemassa tietomallintamisesta selkeitä ohjeita. Osalle suunnittelijoista tietomallintaminen on uutta asiaa, koska sitä ei käytetä vielä kuin harvoissa projekteissa. Ohjeita tai vihjeitä etsitään internetistä eikä sieltä välttämättä aina löydy oikeaa tietoa. Usein ongelman ilmetessä ei siihen löydy myöskään apua, vaan ratkaisua joudutaan etsimään ja miettimään itse. Tietomallintaminen on vieras asia monelle, koska kouluissa aiheesta ei nykypäivänä ole vielä paljon opetusta. Työn tekeminen on siis oiva tilaisuus syventyä tietomallintamiseen ja oppia samalla paremmaksi suunnittelijaksi.

Tämän työn tavoitteena on tuottaa tilaajalle helppo ohjeistus tietomallintamisen käyttöön. Erilaiset ohjeet ja esimerkit voivat olla hankalia lukea ja vaikeasti ymmärrettäviä. Tästä syystä työ pyritään pitämään kevyesti luettavana ja hyvin havainnollistavana esimerkkikuvien avulla.

Työ tehdään Rejlers Oy:lle Tampereen toimiston sähkösuunnittelijoiden avuksi. Rejlers Oy on perheyhtiö, joka on perustettu Ruotsissa vuonna 1942. Yrityksen alkuvuosina työtehtävät keskittyivät Ruotsin sähköistämiseen ja sähkönjakeiluun. Nykyään Rejlers Oy on monialainen asiantuntijaorganisaatio, joka toimii mm. rakentamisen ja teollisuuden puolella. Yrityksellä on yli 80 toimistoa Suomessa, Norjassa ja Ruotsissa.

2 TIETOMALLINNUS

Kun puhutaan tietomallintamisesta, usein ajatellaan sen tarkoittavan 3D-suunnittelua. Tämä pitää osittain paikkansa, mutta se on paljon muutakin. Tietomalli on digitaalisessa muodossa oleva rakennuksen ja rakennusprosessin tietojen kokonaisuus koko elinkaaren ajalta. (1; 2.)

Tietomalli eroaa perinteisestä dokumenttipohjaisesta toimintatavasta siinä, että tiedot eivät ole hajallaan eri dokumenteissa, vaan kaikki tiedot löytyvät samasta mallista. Tietomallia kuvaakin paremmin englanninkielinen ilmaisu BIM (Building Information Modeling). Sana information on isossa roolissa, sillä tieto ja sen helppo saatavuus ovat keskeisiä asioita puhuttaessa rakennuksen tietomallista. (1; 3.)

Tietomallin pohjana käytetään normaalia 2D-suunnittelua, jonka suunnitteluobjekteihin lisätään tietoa, esimerkiksi geometriset mitat, 3D-asennuspiste ja tietoa valmistajasta. Näistä tiedoista muodostetaan kolmiulotteinen digitaalinen malli itse rakennuksesta, rakentamiseen käytettävistä tuotteista sekä tuotteiden ominaisuuksista. (3.)

2.1 Haasteet tietomallintamisessa

Haasteita tietomallintamisessa voi tuottaa hyötyjen jakautumisesta sopiminen osapuolten kesken. Arvokkaiden suunnitelmien ja tietomallien omistussuhteista ja hyödyntämisestä täytyisikin sopia projektikohtaisesti. (4.)

Henkilökunnan koulutus on erittäin tärkeää yritykselle, jotta työntekijät pysyvät ajan tasalla käytettävistä ohjelmista ja tekniikoista. Yrityksen on vaikea osallistua tietomallinnusprojekteihin ilman osaavia tekijöitä. Myös ihmisten sosiaalisia taitoja olisi hyvä kehittää ja ylläpitää, sillä informaation jakaminen ja kanssakäyminen muiden suunnittelijoiden kanssa on elintärkeää projektin onnistumiselle. (4.)

Ongelmia voi tuottaa huonot asenteet uutta käytäntöä tai tekniikkaa kohtaan. Myös aikaisemmat huonot kokemukset tai oma epävarmuus tietomallintamisesta voivat aiheuttaa haasteita. (5.)

2.2 IFC-tiedosto

Rakennusalan eri osapuolille tarvittiin yhdistävä tekijä suunnitteluun ja tietomallintamiseen. Alalla käytetään montaa erilaista suunnitteluohjelmistoa, joten näiden yhdistämiseksi kehitettiin IFC-tiedostomuoto, joka on avoin kansainvälinen ISO-standardi. Useilla eri ohjelmilla, esimerkiksi Tekla Structures, MagiCAD ja Navisworks, pystytään IFC:n avulla objektien älykkääseen tiedonsiirtoon ohjelmalta toiselle. Näin eri alojen suunnittelijat voivat työskennellä saumattomasti yhdessä, koska kaikki pystyvät lähettämään ja jakamaan IFC:tä ilman, että heillä tarvitsisi olla sama ohjelmisto käytössä. (6; 7.)

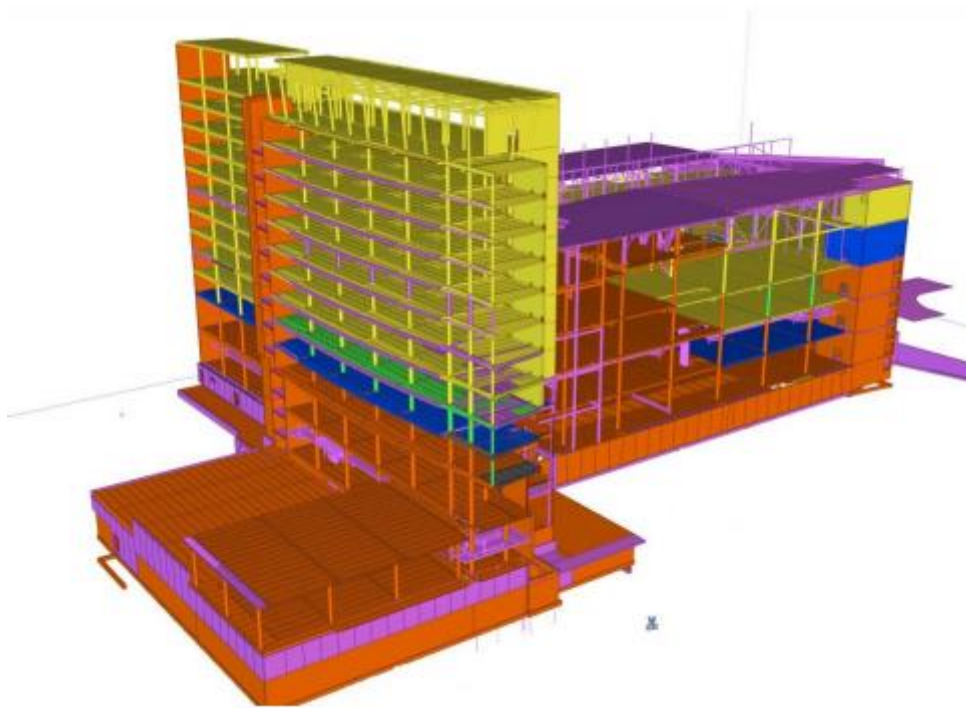
2.3 Tietomallintamisen hyödyt rakentamisessa

Rakennusaikaiset virheet maksavat ja aiheuttavat viivästyksiä rakentamisessa. Tietomallintaminen mahdollistaa rakennusvaiheen virheiden minimoinnin, koska suunnitteluvaiheessa saadaan helpommin ja tarkemmin tietoa simuloinneilla ja törmäystarkastelun avulla verrattuna perinteiseen 2D-suunnitteluun. Tämä säästää aikaa, rahaa ja hermoja. (8.)

Työmaalla tietomallia voidaan tarkastella tietokoneilla tai tableteilla, jolloin pystytään paikan päällä visualisoimaan ja havainnollistamaan, miltä rakennuksen tai sillä hetkellä rakenteilla olevan tilan pitäisi näyttää. Tätä voidaan käyttää myös, kun vertaillaan erilaisia toteutuksia ja yritetään myydä omaa ideaa tilaajalle. Tietomallin avulla voidaan sovittaa eri urakoitsijoiden aikataulut sekä asennusjärjestykset asennettavalla alueella. Työmaalla pystytään hyödyntämään mallia myös määrälaskennassa, josta saadaan nopeasti ja tarkasti tuloksia edellyttäen tietenkin, että mallinnus on tehty oikein ja virheettömästi.

Tietomallissa voidaan esittää aikataulutietoja esimerkiksi kriittisistä rakennusvaiheista tai -osista, joita voivat käytännössä olla perustukset, runko ja purkutyö. Näitä aikatauluja voidaan esittää esimerkiksi väreillä, joista jokainen kertoo, milloin tietty alue on aikataulutettu rakennettavaksi. (9.)

Kuvassa 1 on esitetty runkovaiheen tietomallipohjainen aikataulu. Oranssilla olevat on jo asennettu, sinisellä merkityt asennetaan kuluvalle viikolla ja vihreällä merkitään seuraavalla viikolla tapahtuvat asennukset. Keltaisella ja lilalla merkityt osat on aikataulutettu yli kahden viikon päähän. (9.)



KUVA 1. Esimerkki runkovaiheen tietomallipohjaisesta aikataulusta (9)

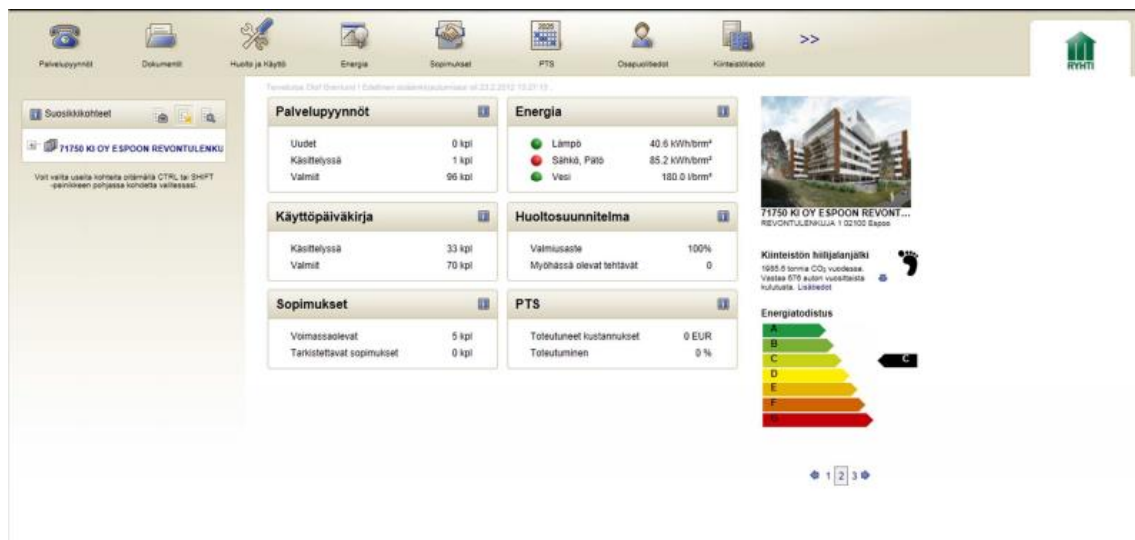
2.4 Tietomallintamisen hyödyt rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana

Tietomallit tukevat ylläpidon työtä. Kohteen tarkastelu ja huoltaminen onnistuu helposti, kun pystytään paikallistamaan haluttuja ylläpidon kohteita, kuten tiloja ja laitteita. Myös piiloon asennettuja järjestelmiä voidaan paikallistaa helposti. (9.)

Kiinteistöpalveluiden, tietomallien kanssa yhteensopivien, ohjelmien avulla voidaan esimerkiksi helposti laatia kunnossapitotarpeita tilakohtaisesti, tehdä olosuhdemittauksia ja ylläpitää huolto- ja korjaushistoriaa. Tietomallia pystytään

havainnollistavuutensa ansiosta hyödyntämään myös työntekijän opastuksessa ja perehdytyksessä. (9.)

Kuvassa 2 on esitetty esimerkki ylläpidon ohjelmistosta, jossa tietomallia hyödynnetään eri tilojen ja laitteiden havainnollistamisessa ja tietojen hallinnassa (9).



KUVA 2. Esimerkki ylläpidon ohjelmistosta (9)

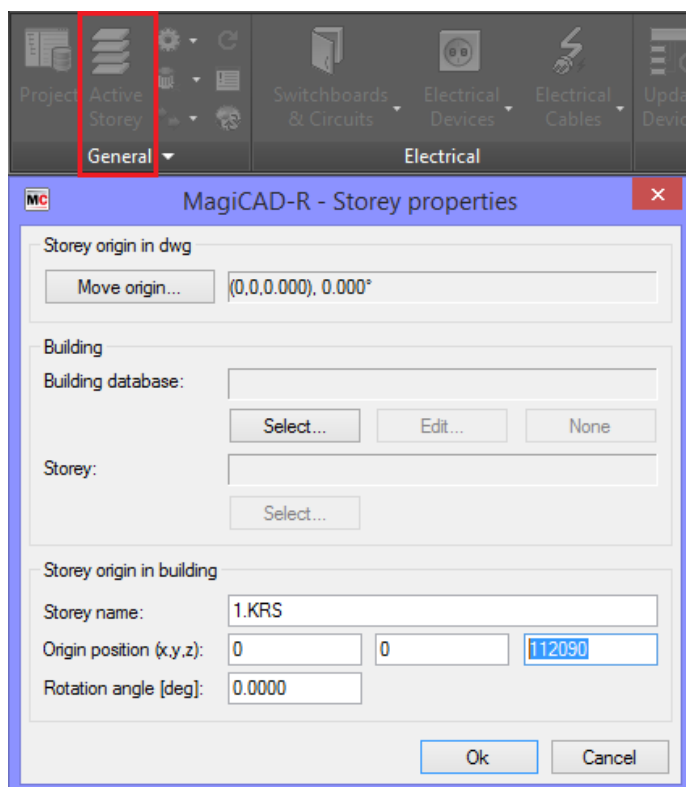
3 TIETOMALLINTAMINEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

Tässä työssä tarkastellaan sähkösuunnittelua ja tietomallintamista MagiCAD-ohjelmiston avulla. Malleja tarkastellaan Tekla BIMsight -ohjelmistolla. Mallintaminen toteutetaan Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -ohjeen mukaan (9). Kaikki komennot löytyvät MagiCAD Electrical -välilehdeltä, ellei muuta mainita.

3.1 Kerrosasetukset

Tietomallinnuskohteessa on tärkeää projektin alussa määritellä tarkasti yhteiset kerrostiedot ja origo. Ilman tietoa kerroksien korkeuksista, sijainneista sekä origosta ei eri järjestelmien mallien yhdistäminen ole mahdollista.

Jokaiselle kerrokselle luodaan oma suunnittelukuvansa ja määritetään kerrostiedot. Tiedot asetetaan Active Storey -komennon kautta. Kerroksen korkeustieto annetaan millimetreissä. (Kuva 3.)



KUVA 3. Kerrostietojen asettaminen

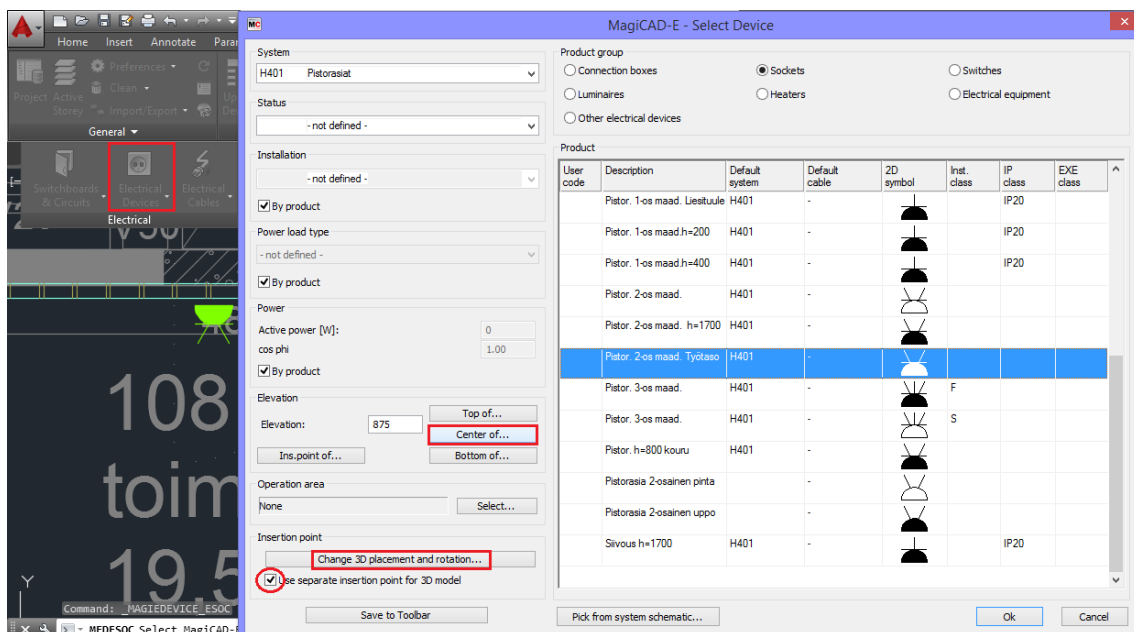
3.2 Sähkönjakelu ja keskusten mallinnus

Pääkeskukset, muuntajat, ryhmäkeskukset ja näihin verrattavat laitteistot mallinetaan yleensä arvioitujen mittojen mukaan yksinkertaisilla 3D-objekteilla. Jos keskuksista on kuitenkin saatavilla laitevalmistajan tuotetta vastaavat 3D-objektit, käytetään näitä suunnitteluohjelmiston sallimissa puitteissa. (9)

3.3 Asennuskalusteet

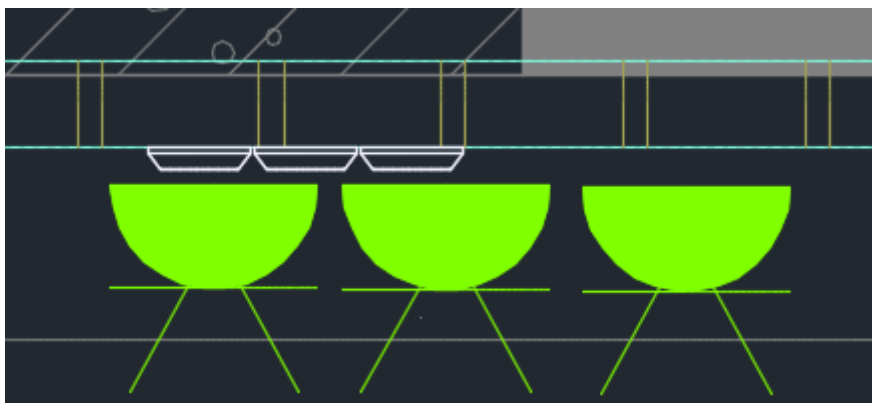
Asennuskaapeleita ja -putkituksia ei yleensä vaadita mallinnettavaksi. Projekti-kohtaisesti voidaan kuitenkin sopia, jos näiden halutaan näkyvän tietomallissa. (9.)

Pistorasioiden, kytkimien, ilmaisimien ja muiden vähän tilaa vievien komponenttien sijoittaminen tapahtuu samoja komentoja käyttäen. Valitaan haluttu asennuskaluste, jonka jälkeen avautuneessa ikkunassa asetetaan objektille korkeus. Tämä voidaan tehdä joko itse määrittelemällä tai osoittamalla asennuspiste jonkin tuotteen mukaan, esimerkiksi johtokanavan, jolloin korkeus määräytyy tuotteen keskikohtaan. Objektille voidaan myös erikseen valita ylä-, keski- tai alakorkeus haluttua tuotetta osoittamalla. Yleensä pistorasialle määritetään korkeus keskikohdan mukaan, johon se halutaan. Jakorasialle kuitenkin voidaan määritellä esimerkiksi hyllyn yläreunan korkeus, jonne se yleensä sijoitetaan, etenkin pinta-asennuksessa. (Kuva 4.)



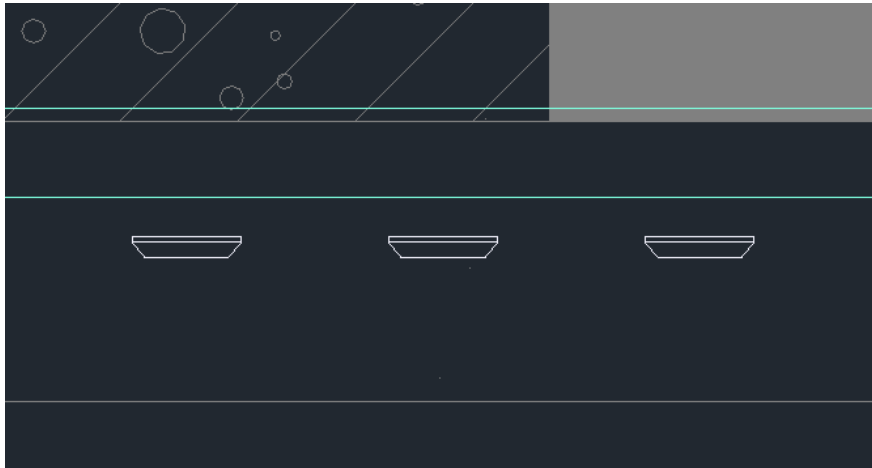
KUVA 4. Objektin korkeuden määrittäminen

Objektille voidaan muuttaa Change 3D placement and rotation... -kohdasta sijoituspaikaksi seinä, katto tai lattia sekä voidaan muuttaa sen 3D-kulmaa. On tärkeää tässä kohtaa muistaa valita myös erillinen 3D-sijoituspiste, jolloin objekti saadaan haluttuun paikkaan sijoitettua ja tämä näkyy oikein tietomallissa (kuva 5).

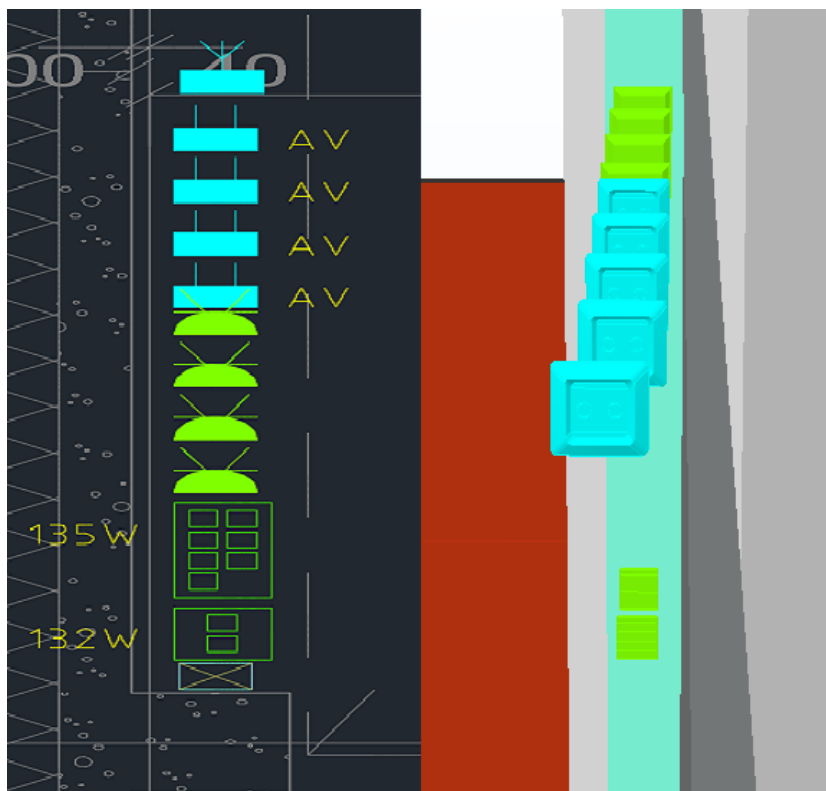


KUVA 5. Pistorasiat 2D- ja 3D-muodossa vierekkäin

3D-pisteen sijoittamisen unohtuessa tuotteet leijuvat ilmassa ilman kiinnityspistettä, eikä mallista tule oikean näköistä (kuva 6). Tämä korostuu varsinkin rasioiden ollessa päällekkäin (kuva 7).



KUVA 6. Pistorasiat irrallaan sijoituskohteesta



KUVA 7. Päälekkäin olevat objektit väärin sijoitettuna

Jokaiselle asennuskalusteelle voidaan valita omanlaisensa 3D-malli. Valitaan haluttu 2D-objekti valikosta ja hiiren oikealla Properties. Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, jossa valitaan ja lisätään objektille halutut tiedot. (Kuva 8.)

MagiCAD-ohjelmistolla on olemassa omat geometriset mallit erilaisille asennuskalusteille ja valaisimille, mutta joiltakin valmistajilta on myös saatavilla näitä tietoja valmiina ohjelman sisällä. Valintaikkunassa voidaan valita myös objektin 3D-kulma sekä sijoituspaikka. Objektille pystytään lisäämään huomioita tai lisätietoja tuotteesta, muistuttamaan itseään tai projektissa muita mukana olevia, minkälaisesta tuotteesta on kysymys. Jostakin syystä Hyperlink-riville laitettu valmistajan kotisivuille ohjaava linkki ei Tekla BIMsight -ohjelmistolla näy. Linkki on siis hyvä lisätä esimerkiksi National code -kohtaan tai mihin näkee sen parhaaksi laittaa, jotta se näkyy myöhemmin IFC-muotoon vietynä yhdistelmämallissa muillekin suunnittelijoille ja urakoitsijoille.

MagiCAD-E - Product Data

General

ID: 2
User code:
Description: .h=200
Manufacturer: ABB
Product code: 6438199001524

Dimensions

Length [mm]: 85
Width [mm]: 40
Height [mm]: 100

Earthing

☐ N
☒ PE
☐ PEN

Defaults

System: H401 Pistorasiat
Cable: - not defined -
Data system: -
Data cable: - not defined -
Operation area: None

Drawing Properties

Layer code {PV}: 71
Default elevation [mm]: 200
☒ Adjust cable to the edge of the symbol
☐ Use general 2D scale factor of the dwg
☒ Allow mirroring upside down (3D model will also be mirrored)
☐ Automatic text

2D Symbol

MAGI120FIN_01SOF102
Select...

3D Symbol

abb_imp_pistorasia2_peite_001
☐ None
☒ Product with geometry model
☐ Autocad block
☐ Box
☐ Cylinder
Select product with geometry model...

3D Direction and placement

Placement:
☒ Wall ☐ Ceiling ☐ Floor
Default rotation on installation plane [deg]:
180 ☐ 90 ☒ 0 ☐ 270
Default elevation offset: 0

Classes

Power load type: - not defined -
Installation code: - not defined -
IP class: IP21 Tippuvesisuojattu 0'
EXE class: - not defined -
Object ID format: - Manual value -

Product Variables

Variable	Value
National code:	
Hyperlink:	
P1:	
P2:	
P3:	
P4:	
P5:	
P6:	

Product Note

Ok Cancel

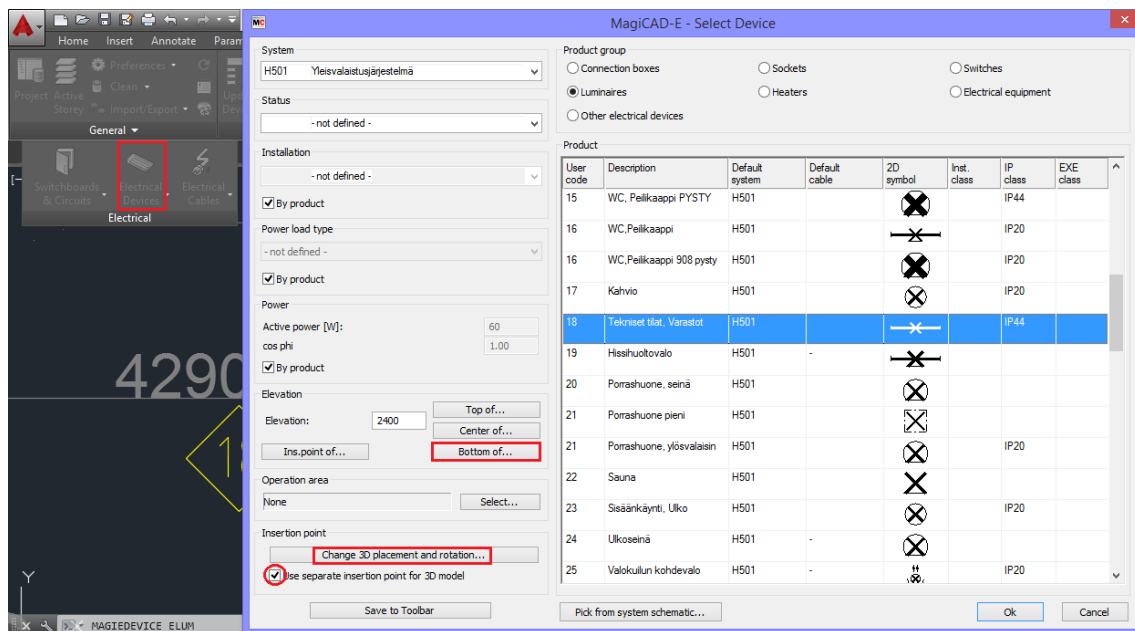
KUVA 8. Objektin tietojen muokkaus

3.4 Valaisimet ja turvajärjestelmät

Turva- ja valvontajärjestelmien mallinnuksesta sovitaan projektikohtaisesti. Jos mallintaminen päätetään toteuttaa, mallinnetaan ne omaan malliinsa, jolloin myös näiden järjestelmien IFC-mallit pidetään muista järjestelmistä erillään. (9.)

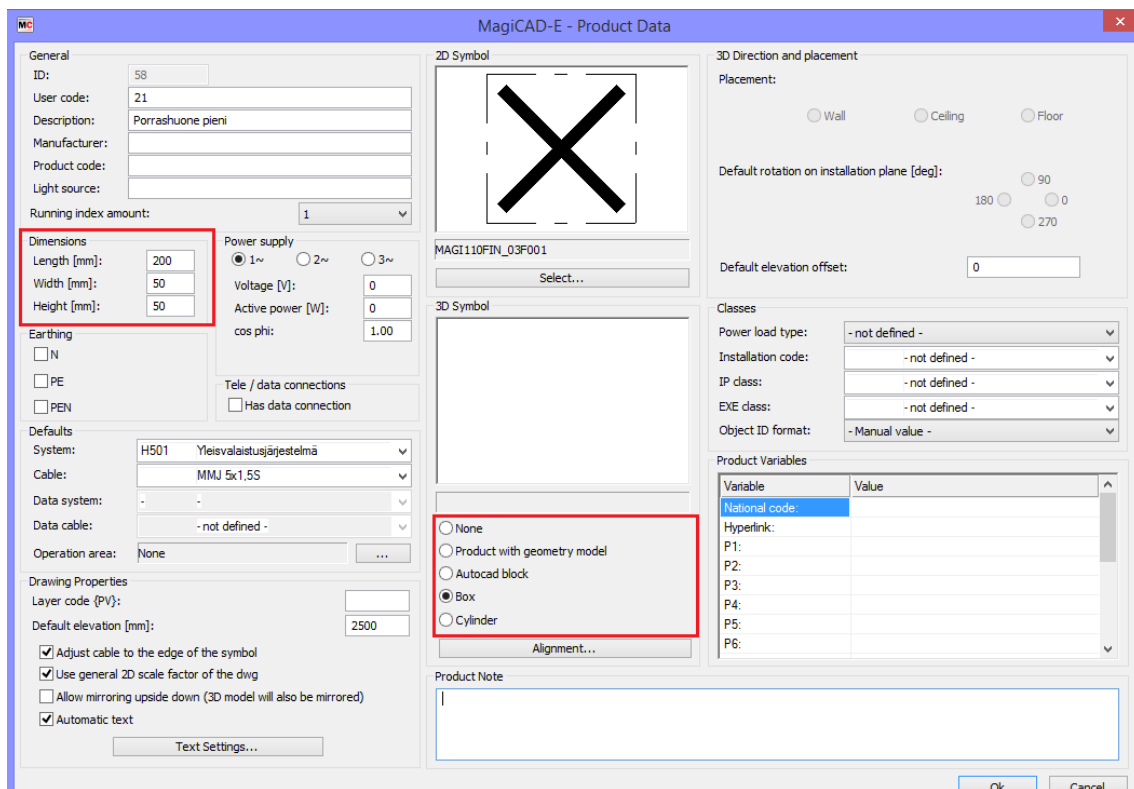
Valaisimien sijoittamisessa sovelletaan samoja komentoja kuin asennuskalusteiden sijoittamisessa. Luminaires-valikosta avautuu ikkuna, jossa valaisimelle asetetaan haluttu korkeus. Valaisinten sijoitustapa riippuu hieman valaisintyy-pistä, sillä loisteputkivalaisimia tai muuten pitkiä valaisimia sijoitetaan yleensä hyllyn ja ripustuskiskon alareunaan. Silloin valitaan alareunan korkeuden määri-tys ja osoitetaan haluttua sijoituspaikkaa. Uppovalaisimille valitaan yleensä vain alakaton korkeus. (Kuva 9.)

3D-sijoituspiste ei ole pitkillä valaisimilla tärkeää. Tällainen tilanne saattaa tulla kuitenkin eteen, kun valaisinta asetetaan esimerkiksi seinälle ja valaisimen kanssa samalla Z-akselilla on rasioita, kytkimiä, ovikelloja tai muita kalusteita.



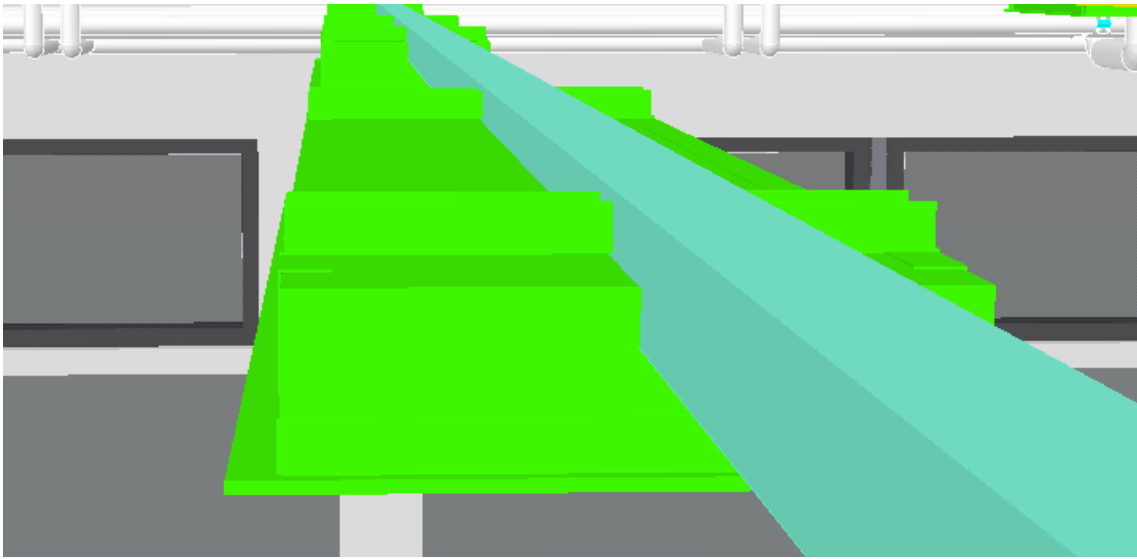
KUVA 9. Valaisimen korkeuden määrittäminen

Valaisinten Properties-arvoja muutetaan samalla tavalla kuin pistorasioiden. Valaisimista 3D-malleja löytyy paljon erilaisia sekä MagiCAD-kirjastosta että useilta valmistajilta ohjelman sisällä. Jos haluamaansa näköistä valaisinta ei kirjastoista kuitenkaan löydy, voidaan tuotteelle luoda mittoja vastaava laatikko tai sylinteri antamalla arvot Dimensions-kohtaan. Valaisimia on olemassa paljon erilaisia, joten on hyvä lisätä lisätietoja yhdistelmämallia varten, jotta muut suunnittelijat ja urakoitsijat ymmärtävät varmasti, minkälaisesta tuotteesta on kysymys. (Kuva 10.)

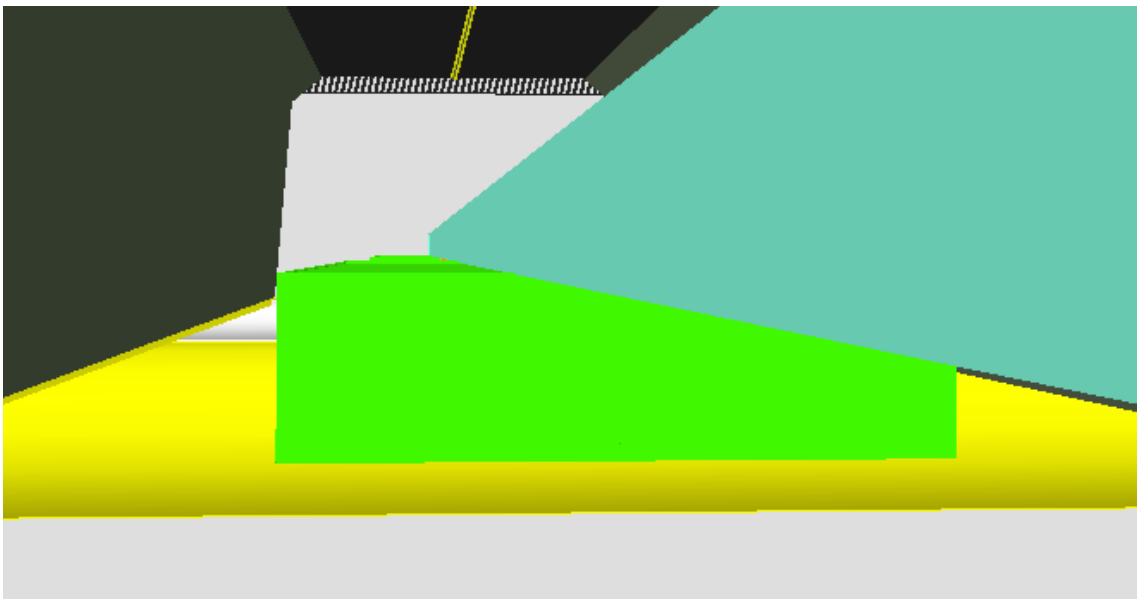


KUVA 10. Valaisimen tietojen muokkaus

Suunnittelun edetessä on kannattavaa tarkastella suunnitelmia Tekla BIMsight -ohjelmistolla. Näin pystytään korjaamaan mahdolliset virheet ajoissa eikä suunnittelun lopussa kulu turhaa aikaa. Kuvissa 11 ja 12 on esitetty oikea ja väärä tapa valaisimen asennukselle tietomallissa.



KUVA 11. Väärin asennettu valaisin



KUVA 12. Oikein asennettu valaisin

3.5 Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot

Kaapeleita varten asennettavia hyllyjä ja ripustuskiskoja ei tarvitse mallintamista varten sijoittaa 3D-pisteen avulla. Näiden järjestelmien piirroksessa on kuitenkin

tärkeää sijoittaa ne oikealle korkeudelle, jotta ne ovat oikeassa paikassa tietomallissa eivätkä aiheuta turhaan törmäyksiä muiden järjestelmien kanssa.

Johtoteiden kannakkeiden mallintaminen yleensä unohdetaan, tai se ei tule edes mieleen. Tätä ei kuitenkaan vaadita Yleisten tietomallivaatimusten 2012 mukaan. Ohjeena on, että erikoistapauksissa kannakkeiden mallintamisesta pitäisi sopia erikseen (9).

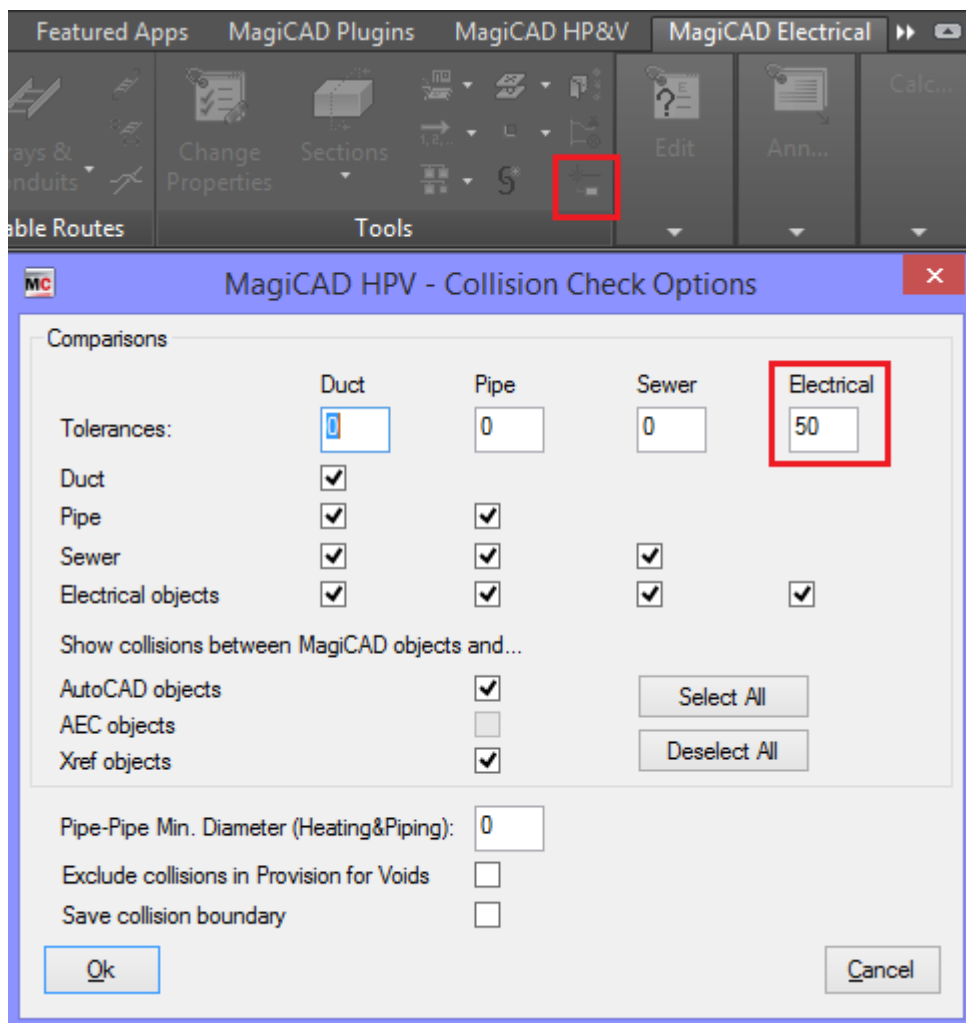
3.6 Rakennusurakan muut hankinnat

Rakennukseen tulevat ohjauskeskukset ja muut sähköurakan ulkopuoliset laitteistot mallinnetaan yksinkertaisia 3D-objekteja käyttäen. Suunnittelija mallintaa tuotteet sen hetkisen tietojen mukaan tai arvioiduilla mitoilla (9). Tuotteiden piirtämiseen sovelletaan samoja vaiheita kuin asennuskalusteiden ja valaisinten kanssa.

3.7 Törmäystarkastelu

Törmäystarkastelua kannattaa tehdä säännöllisin väliajoin jo 2D-suunnitteluvaiheessa suunnittelun edetessä, jotta virheiden määrä suunnittelun lopussa olisi mahdollisimman vähäinen. Törmäyksiä voi tulla eri järjestelmien välillä, mutta myös sähköjärjestelmien välillä, jolloin yleensä asennuskorkeus tai sijoituspaikka on väärä.

Törmäystarkastelu aloitetaan Collision Control -komennolla. Avautuneessa ikkunassa valitaan tarkastelua varten sallitut toleranssit, joita törmäyksissä saa esiintyä. Nämä sovitaan yleensä projektin alussa, kun päätetään tietomallintamisen tarkkuudesta. Tarkastelua varten merkitään, mitä järjestelmiä halutaan tarkastella ja minkä järjestelmien välillä. (Kuva 13.)

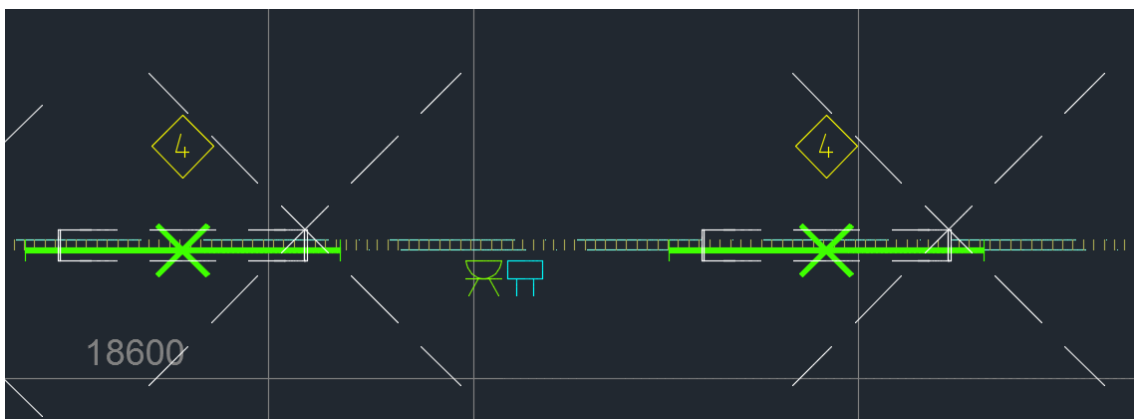


KUVA 13. Törmäystarkastelun aloitus

Hyväksymisen jälkeen näytetään alue, josta törmäyksiä halutaan tarkastella. Ohjelma tutkii törmäykset ja avaa ikkunan, jossa kerrotaan, kuinka paljon törmäyksiä on, minkä järjestelmien välillä sekä missä törmäys sijaitsee koordinaatistossa (kuva 14). Tämän jälkeen voidaan valita jokin tietty törmäys ja tarkentaa kuva siihen tai merkitä kaikki törmäykset ja tarkastella näitä samanaikaisesti. Ohjelma merkitsee tuotteet rastilla (kuva 15).

Show Messages (8 visible / 8 total)					
System	Storey	Part type	Message	Pos (Floor)	
All systems			Electrical object-Electrical object collision	(98593.3, 37043.6, 3950.0)	
Storey			Electrical object-Electrical object collision	(95146.7, 39960.2, 3500.0)	
All storeys			Electrical object-Electrical object collision	(91967.2, 39913.9, 3500.0)	
Part type			Electrical object-Electrical object collision	(88830.0, 39923.6, 3500.0)	
All parts			Electrical object-Electrical object collision	(97573.8, 37019.8, 3500.0)	
Message type			Electrical object-Electrical object collision	(86190.0, 37000.2, 3500.0)	
All messages			Electrical object-Electrical object collision	(97859.4, 36850.0, 3949.4)	
			Electrical object-Electrical object collision	(88809.4, 36850.0, 3949.4)	

KUVA 14. Törmäystarkastelun tulokset

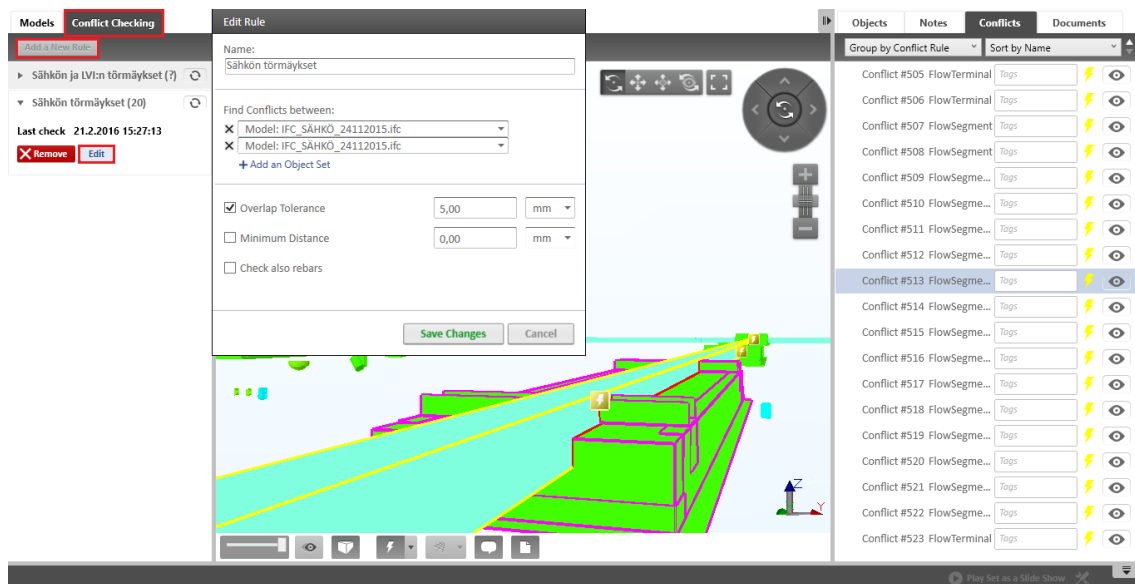


KUVA 15. Valaisimet, jotka törmäävät toisen tuotteen kanssa

Tekla BIMsight -ohjelmistolla törmäystarkastelua voidaan myös tehdä useaan otteeseen projektin kulkua paremmin havainnollistaakseen törmäykset. IFC-muotoon vietyinä voidaan tehdä myös muiden järjestelmien kanssa törmäystarkastus. IFC-kuvien vieminen ja niiden avaaminen Tekla BIMsight -ohjelmistolla käydään läpi seuraavissa kappaleissa.

Teklan ohjelmalla törmäystarkastelu aloitetaan Conflict Checking -välilehdeltä lisäämällä törmäystarkastelulle ”säännöt”. Useampien tarkastelujen takia ne

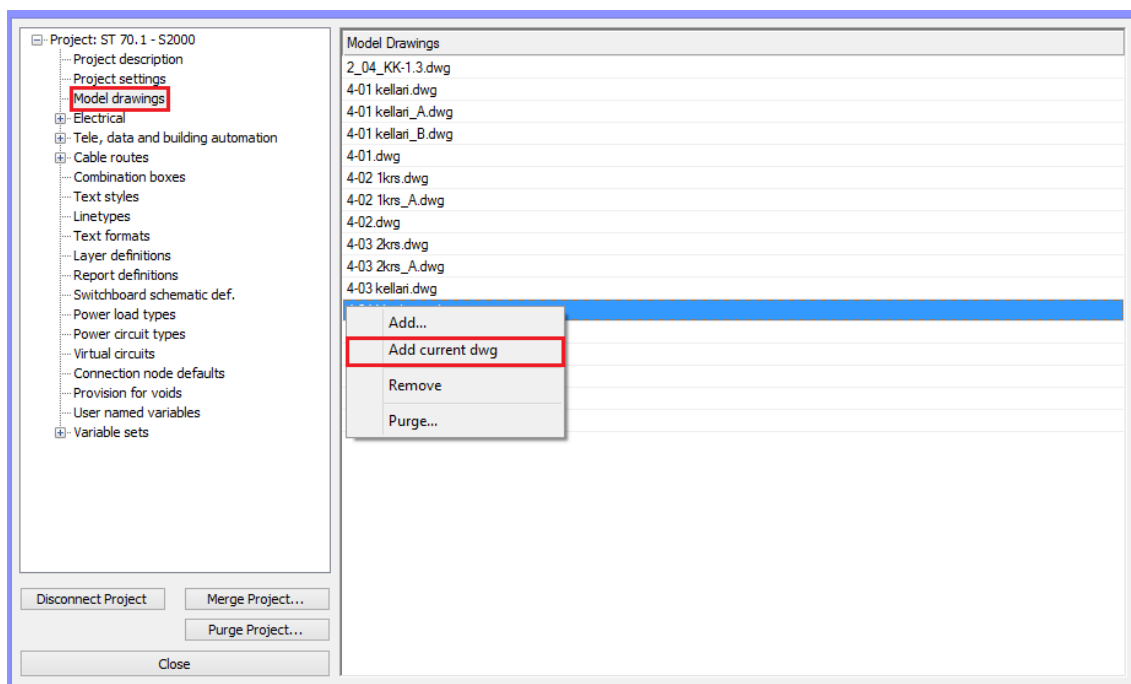
ovat hyvä nimetä selvyiden vuoksi. Tarkastelun ”säännöissä” määritellään, minkä mallien välillä tarkastelu tehdään ja kuinka paljon mallien objektit saavat olla päällekkäin. Minimietäisyys objektien välillä voidaan myös valita, jolloin asetetaan etäisyys, jonka alittuessa ohjelma merkitsee kohdan törmäykseksi. Oikeasta reunasta löytyvät kyseisen törmäystarkastelun kaikki törmäykset, joille voidaan salaman väriä vaihtamalla asettaa tärkeysjärjestys tai poistaa ohjelman huomio kyseisestä törmäyksestä. Näille voidaan antaa myös tunnus, jolla pystytään ryhmittelemään törmäykset haluttuun järjestykseen. (Kuva 16.)



KUVA 16. Törmäystarkastelu Tekla BIMsight -ohjelmalla

3.8 IFC-tiedoston luonti

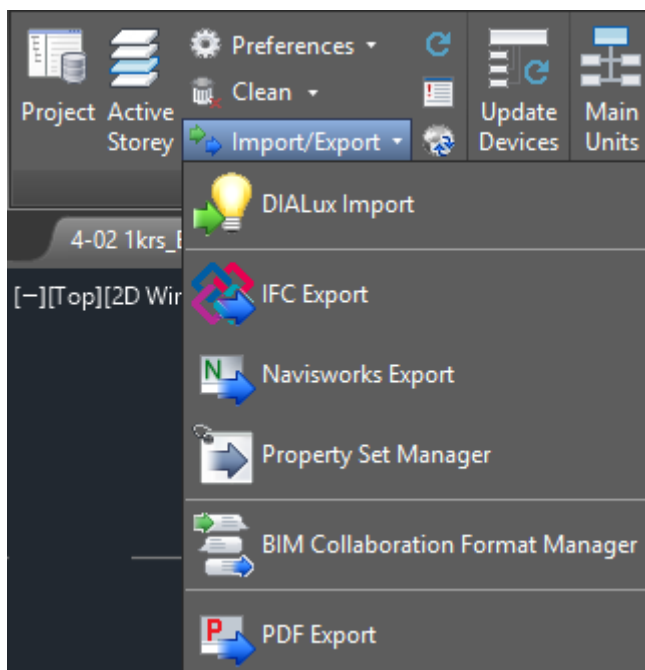
Kun kerrosasetukset ovat kaikissa dwg-kuvissa oikein, jotka halutaan muuntaa IFC-muotoon, tarkistetaan vielä, että kyseiset kuvat löytyvät projektin Model Drawings -listalta. Avataan Project-komennolla projektin tiedot ja valitaan Model Drawings avautuneesta ikkunasta (kuva 17).



KUVA 17. Piirroksen lisääminen Model Drawings -listalle

Jos kuvaa ei löydy listalta, se voidaan lisätä hakemalla kuva kohdekansiosta tai lisäämällä nykyinen kuva listalle. Jos kuvaa ei lisätä Model Drawings -listalle, sitä ei pystytä myöhemmin valitsemaan IFC-muotoon muutettavaksi.

IFC-kuvaksi muuntaminen tapahtuu Import/Export-komennon alta IFC Export -komennolla (kuva 18). Jos kaikkia Model Drawings -listalla olevia kuvia ei ole projektin kohdekansion alla tai ne on siirretty toiseen kansioon, ohjelma ilmoittaa asiasta. Tärkeintä on kuitenkin haluttujen kuvien löytyminen kansioista.



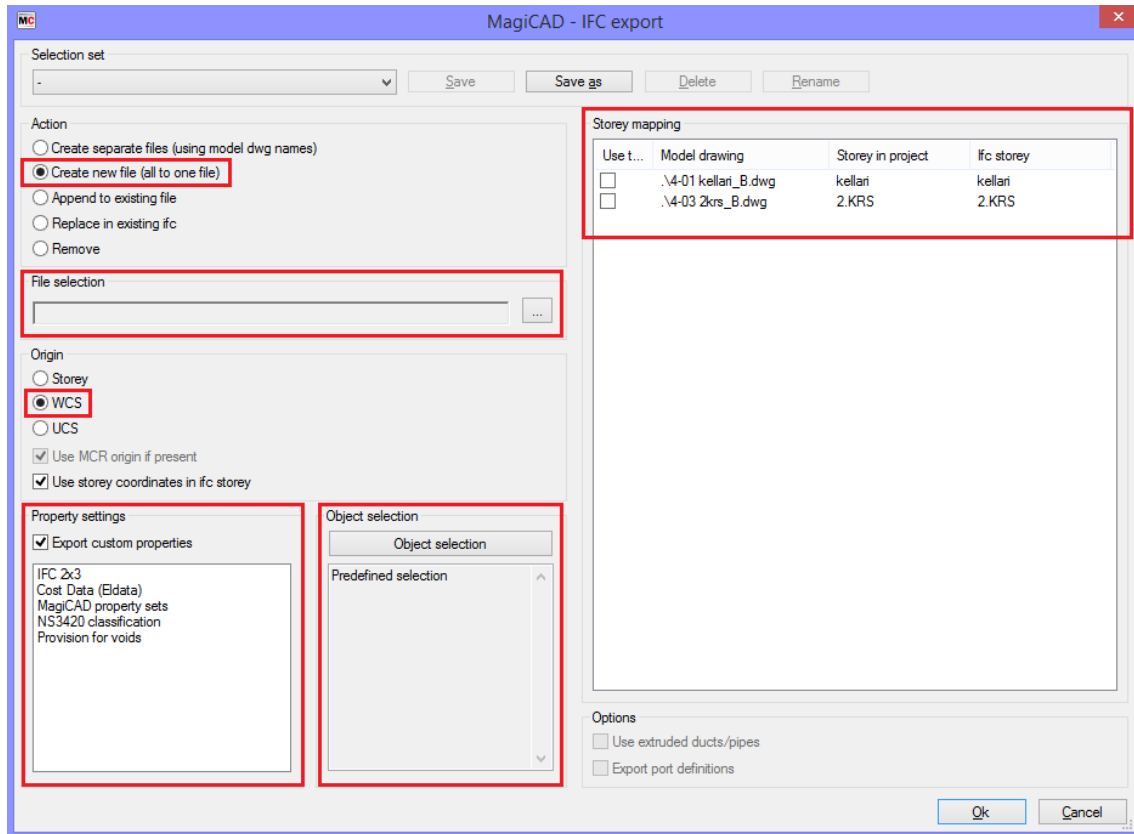
KUVA 18. IFC Export -komento

Seuraavaksi valitaan tuotetaanko jokaisesta kuvasta oma IFC-tiedosto vai tehdäänkö kaikista kuvista yksi tiedosto. Tyypillisesti luodaan vain yksi tiedosto, jolloin yhdistelmämallin tekeminen helpottuu, koska muuten jokainen kuva täytyisi lisätä erikseen malliin. Selection set -valikkoon voidaan tallentaa valmiiksi asetuksia. Esimerkiksi voidaan tehdä pelkästään valaisimien vientiä varten oma asetus, johon valitaan vietäväksi vain valaisimet ja näiden sisältämät tiedot. Seuraavan kerran IFC-tiedostoa tehdessä valitaan tämä asetus valikosta ja haluttu kuva, jolloin kuviin vietäviä tietoja ei tarvitse joka kerralla asettaa uudelleen.

Tiedostolle valitaan myös haluttu tallennuskansio, mitä koordinaatistoa käytetään sekä halutut ominaisuudet tai tiedot tuotteista, mitä IFC-tiedostoon halutaan tuotteista viedä. Yleensä valitaan IFC 2x3 ja MagiCAD property sets. Provision for voids -ominaisuutta käytetään, kun halutaan tehdä reikäobjekteista IFC-kuva rakenne- tai elementtisuunnittelijaa varten.

Object selection -valinnan alta voidaan valita tarkemmin, mitä järjestelmiä halutaan viedä IFC-muotoon. Esimerkiksi johdotukset jätetään yleensä pois tieto-

mallista, jotta kuvasta ei tule sotkuinen. Oikealla avautuneessa ikkunassa Storey mapping -otsikon alla on listattu projektin kuvat, joihin on asetettu korkeus-tiedot. Valituista kuvista luodaan IFC-tiedosto. (Kuva 19.)



KUVA 19. IFC-tiedoston luonti

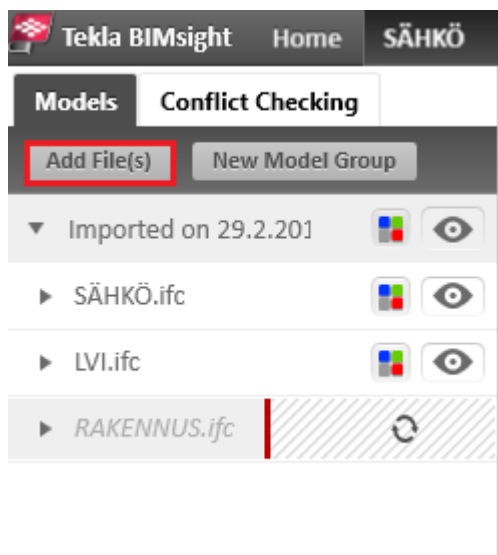
Luonnin jälkeen ohjelma ilmoittaa määrällisesti, kuinka monta eri järjestelmän osaa se muutti. Ilmoituksesta nähdään myös, jos ohjelma epäonnistui muuttamaan jonkin järjestelmän osia. Tulokset voidaan kopioida leikepöydälle ja esimerkiksi tulostaa tai tallentaa dokumentointia varten. (Kuva 20.)

MagiCAD - IFC export statistics			
Schema name: IFC2X3			
IFC object class	Objects exported	Objects failed	
Building storeys	1	0	
Systems	14	0	
Cable carriers	58	0	
Cable carrier fi...	23	0	
Switching devi...	57	0	
Light fixtures	168	0	
Electrical outlets	139	0	
Junction Boxes	32	0	
Appliances	53	0	
Switchboards	14	0	
Alarm devices	60	0	
Cables	395	0	
Protective dev...	69	0	
<input type="checkbox"/> Show full report			
Copy to clipboard			Ok

KUVA 20. Ohjelman muuttamat järjestelmät ja objektien määrät

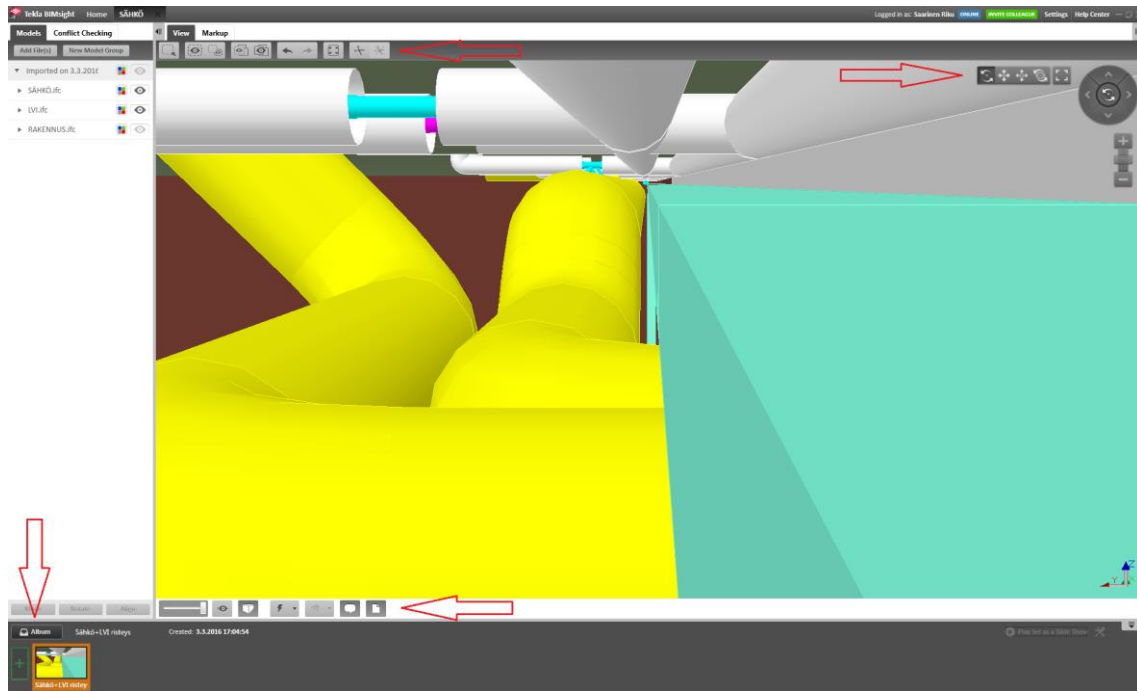
3.9 Eri suunnittelijoiden tietomallien yhdistäminen ja tarkastelu Tekla BIM-sight -ohjelmistolla

Projektin eri osapuolien mallien yhdistäminen onnistuu helposti Tekla BIMsight -ohjelmistolla. Ohjelmiston avauduttua Home-välilehdeltä avataan hakemisto, josta haetaan ensimmäisenä esimerkiksi sähköstä luotu IFC-tiedosto. Tämän jälkeen tarkasteluosiossa valitaan tiedoston lisääminen ja haetaan halutut IFC-tiedostot kohdehakemistosta samaan kuvaan. (Kuva 21.)



KUVA 21. IFC-tiedoston lisääminen

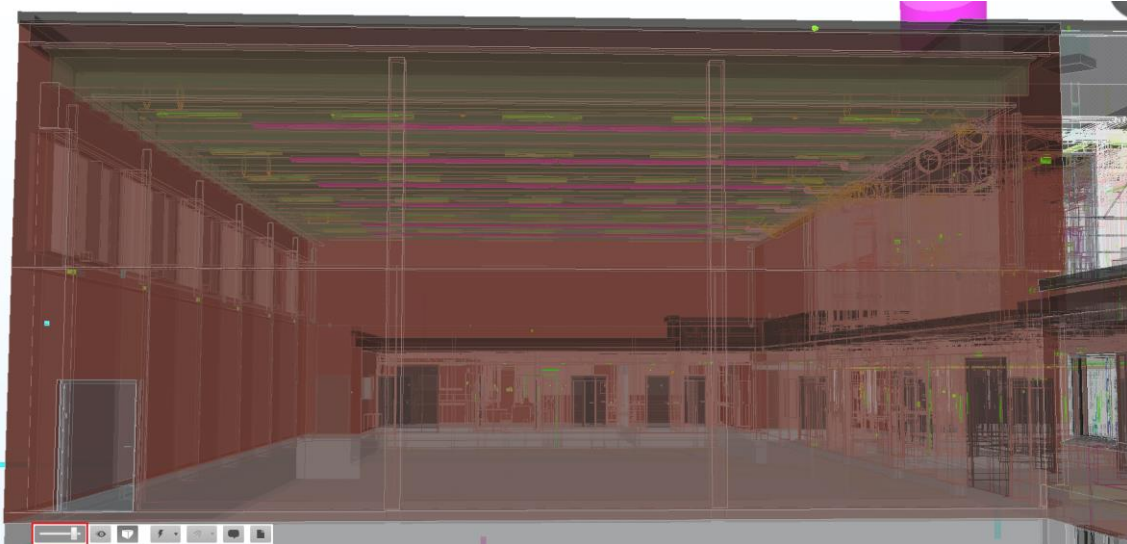
Tiedostojen lataamisen jälkeen malleja voidaan tarkastella samassa ikkunassa. Mallien lataamisen jälkeen voidaan tehdä myös törmäystarkastelu. Ohjelman helppokäyttöisyyden ansiosta tarkastelu eri järjestelmien välillä on kätevää ja voidaan havainnollistaa suunnittelua paremmin. Törmäystarkastelun ja normaalin tarkastelun ansiosta voidaan nopeasti todeta suunnitelmien mahdollinen päällekkäisyys, virheellisyys ja väärät korkeudet tuotteilla. (Kuva 22.)



KUVA 22. Sähkön ja LVI:n risteys

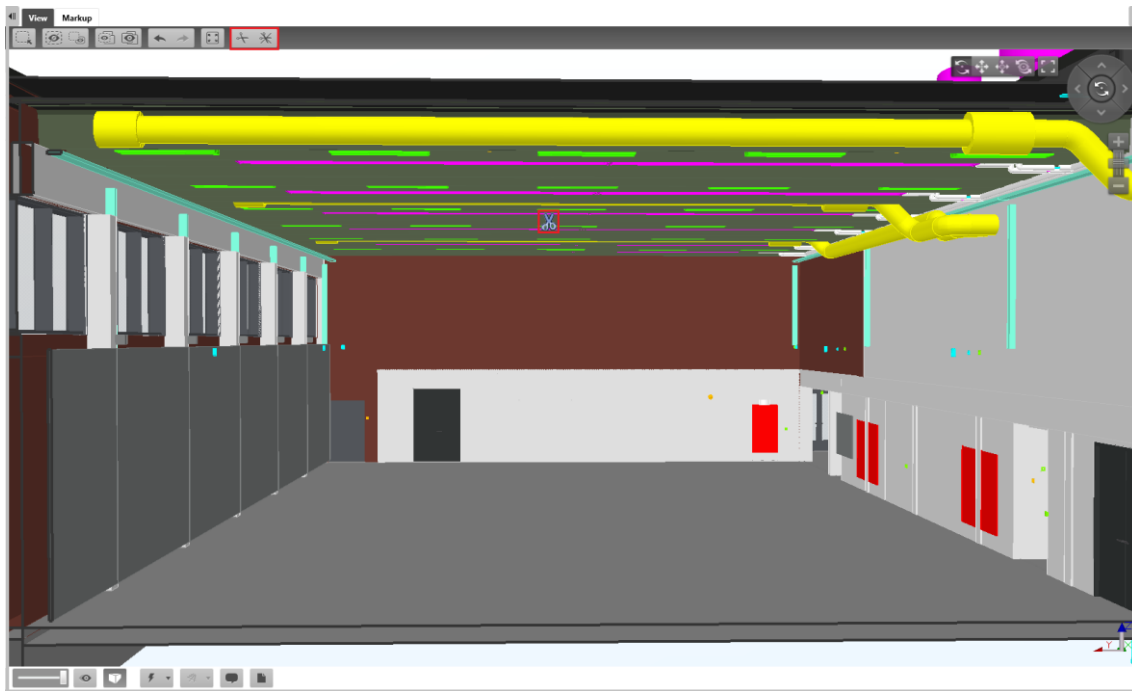
Teklan ohjelmalla voidaan ikkunan oikeasta reunasta löytyvillä navigointipainikkeilla tarkastella suunnitelmaa monella eri tavalla. Varsinkin ohjelman kävelytilalla päästään kävelemään rakennuksessa ympäriinsä kuten loppukäyttäjä. Ohjelmalla voidaan ottaa myös tilannekuvia, jotka tallentuvat ohjelman albumiin ja joihin voi myöhemmin palata painamalla hiirellä kuvaa. Huonona puolena on, ettei kuvia pystytä tallentamaan ohjelman ulkopuolella olevaan kansioon.

Alareunasta löytyy aputoimintoja, kuten kuviin lisättyjen huomioiden näkyvyys, törmäyksien näyttäminen tai kuvan läpinäkyvyyden muuttaminen. Kuvan läpinäkyvyyden muutoksella voidaan tarkastella rakennusta kenties selkeämmin, kun nähdään esimerkiksi seinän toisellekin puolelle, ilman että seinää tarvitsee piilottaa kuvasta (kuva 23).

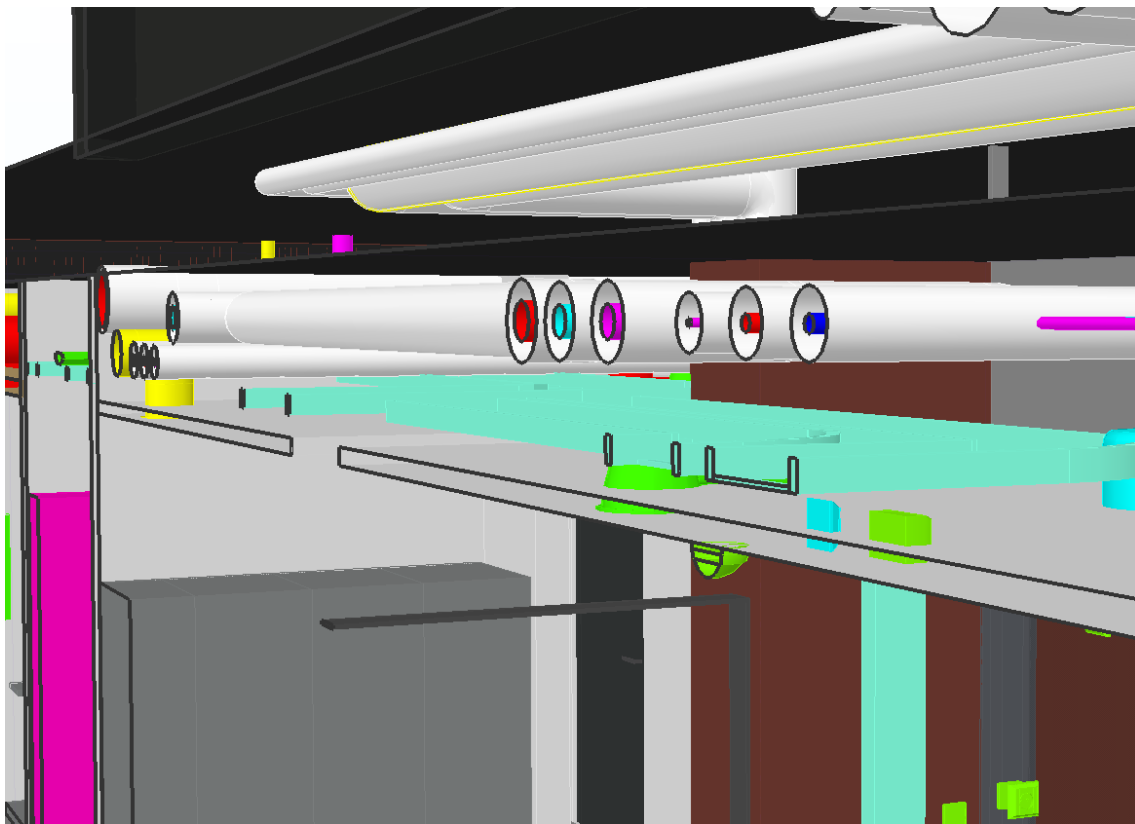


KUVA 23. Läpinäkyvyyden muutos

Yläreunasta löytyy lisää kuvan muokkaukseen liittyviä komentoja, joilla pystytään piilottamaan jokin tietty objekti tai näyttämään pelkästään haluttu alue suunnitelmasta. Rakennuksen horisontaalinen tai vertikaalisuunnassa tapahtuva leikkaus (kuva 24) helpottaa esimerkiksi sähkö- ja LVI-objektien risteilyjen tarkastelua (kuva 25).



KUVA 24. Teklan leikkaus-komento



KUVA 25. Sähkö- ja LVI-objektien tarkastelu leikkauksen jälkeen

3.10 Mahdollisia ongelmatilanteita

Jokaisessa projektissa tulee ongelmia jossakin vaiheessa suunnittelua. Ongelmien ratkaiseminen saattaa olla haastavaa, mutta ratkaisun löydyttyä se myös opettaa. Seuraavaksi tarkastellaan ja ratkaistaan eräitä ongelmatilanteita, joita sähkösuunnittelijat voivat kohdata tietomallintamisen edetessä:

Tuote ei näy 3D-mallina tai tietomallissa IFC-viennin jälkeen.

Tuotteelle ei ole asetettu geometrista mallia tai sille ei ole annettu minkäänlaisia mittoja Properties-kohdassa. Lisätään laatikon tai sylinterin mitat tai geometrisen malli ja kokeillaan lisätä tuote uudelleen.

Tuotteelle ei pysty lisäämään erillistä 3D-sijoituspistettä.

Lisätään laatikon tai sylinterin mitat tai geometrinen malli ja kokeillaan uudelleen.

Tuote ei asetu halutulle korkeudelle.

Yritetään lisätä tuote jonkun toisen tuotteen korkeudelle käyttämällä toisen tuotteen sijoituspistettä (Ins.point of...), yläreunan (Top of...), keskikohdan (Center of...) tai alareunan (Bottom of...) korkeutta. Korkeutta voidaan myös muuttaa Elevation- tai Move Branch -komennolla.

Poistetaan Object snap tracking -komento (F12) käytöstä, sillä toisesta tuotteesta asennuslinjauksen ottaminen asettaa myös kyseisen tuotteen asennuskorkeuden.

En pysty muuttamaan haluamaani tiedostoa IFC-muotoon.

Asetetaan kuvalle korkeustiedot Active Storey -komennolla. Lisätään kuva Model Drawings -listaan Project-komennon kautta.

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa helposti ymmärrettävä ja kevyt ohjeistus tietomallintamisen käyttöön Rejlers Oy:n Tampereen toimiston sähkösuunnittelijoille. Työn runkona käytettiin aiemmin tehtyä suunnitelmaa. Työ suoritettiin Senaatti-kiinteistöjen päivitettyjen tietomallivaatimusten Yleiset tietomallivaatimukset 2012 mukaan.

Työ pystyttiin pitämään rakenteellisesti kevyenä ja työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Työn suorittamisen aikana esiintyi tietomallintamisen kanssa ongelmia, joita jokaiselle suunnittelijalle saattaa tulla eteen osaamisen puutteen takia. Ongelmiin löydettiin kuitenkin ratkaisut ja niistä saatiin arvokasta oppia, lisätietoa ja apua työhön.

Työssä huomattiin rakennuksen tietomallintamisen parantavan suunnittelijan näkemyksiä omasta tekemisestään. Oman tietomallin ja yhdistelmämallien havainnollistavuuden ansiosta nähtiin, miltä oma suunnitelma tulisi näyttämään rakennuksen valmistuttua. Havainnollistavuuden ansiosta työssä pystyttiin nopeasti havaitsemaan ja korjaamaan suunnitelmavaiheessa tehdyt virheet. Näin voidaan päätellä tietomallintamisen nopeuttavan rakentamista, koska rakentamisvaiheen virheet voidaan havaita jo suunnitelmavaiheen tarkasteluissa. Huomioitavaa tietomallintamisessa onkin se, että se vaatii tavallista 2D-suunnittelua hieman hitaampaa ja tarkempaa työskentelyä, mutta maksaa itsensä takaisin rakennusvaiheen nopeutumisena.

Suunnittelijoiden tietomallintamisen pätevyys on itsestä kiinni ja halusta ylläpitää omaa ammattitaitoa. Tietomallintamisen yleistyminen vaatii suunnittelijoilta panostusta. Sen itsenäisesti opetteluun kuluu aikaa, jota projektien aikana ei ole. Tietomallintamista voitaisiin parantaa kehittämällä yhtenäiset ja selkeät ohjeet ohjelmien kehittäjien toimesta, jolloin tietomallintamisesta saataisiin kattavammin tietoa. Ohjelmistojen omien ohjeiden avulla saataisiin nopeasti apua ongelmien ratkaisuun, ja samalla ne opastaisivat suunnittelijoita tekemään asioita oikein.

LÄHTEET

1. Open BIM. Graphisoft. Saatavissa: http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/. Hakupäivä 26.01.2016.
2. Tietomallinnus. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>. Hakupäivä 30.12.2015.
3. Mitä on BIM?. Tekla Oy. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/building-construction/mita-bim>. Hakupäivä 26.12.2015.
4. Talebi, Saeed. 2014. Exploring advantages and challenges of adaptation and implementation of BIM in project life cycle. Saatavissa: <http://usir.salford.ac.uk/32275/>. Hakupäivä 10.02.2016.
5. BIM 2010. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus/bim-2010.html>. Hakupäivä 18.02.2016.
6. ISO 16739:2013. 2013. International Organization for Standardization. Saatavissa: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51622. Hakupäivä 26.01.2016.
7. About BIM and IFC. 2016. Solibri Inc. Saatavissa: <http://www.solibri.com/support/bim-ifc/>. Hakupäivä 26.01.2016.
8. Mallinnusta rakentamisen, ei piirustusten tarpeisiin. Tekla Oy. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/rakennettavuus>. Hakupäivä 25.01.2016.
9. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. BuildingSMART Finland. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>. Hakupäivä 26.12.2015.